

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.01.014

俄亥俄州立大学电磁场与微波技术专业 及课程体系浅析

付云起, 袁乃昌

(国防科学技术大学 电子科学与技术学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 依托作者在美国俄亥俄州立大学电子科学实验室学习与工作的经历, 介绍了其“电磁场与微波技术”专业学科和课程体系建设的基本情况, 通过与我校情况进行对比, 分析了我校的特点和不足, 希望为今后的学科建设和发展提供借鉴与参考。

[关键词] 俄亥俄州立大学; 电磁场与微波技术; 课程体系

[中图分类号] G642.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)01-0046-05

A Study of Electromagnetic Field and Microwave Technique Course System of Ohio State University

FU Yun - qi, YUAN Nai - chang

(College of Electronics Science and Technology, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: This paper introduces and discusses the course system of electromagnetic and microwave technique of Ohio State University, based on the authors' experience as visiting scholars. Comparing with the status quo of our university, it provides experience and reference for the development of electromagnetic field and microwave techniques for our university. Some suggestions on the course system are given, too.

Key words: ohio state university; electromagnetic field and microwave techniques; course system

美国俄亥俄州立大学(OSU, 哥伦布分校)的电磁场与微波技术学科在美国处于领先水平, 学科主体为隶属于工程学院的电子科学实验室(ESL)。实验室主要集中在一栋实验大楼, 负责全校的微波专业的教学工作。实验室的研究领域非常广泛, 几乎覆盖了电磁场与微波技术学科的各个方向, 承担大量的政府、军方资助的项目, 同时与很多知名公司有长期的合作关系。本文将主要通过对比俄亥俄州立大学与我校学科专业和课程体系建设的基本情况, 结合新一轮研究生培养方案的制定工作, 尤其是电磁场与微波技术专业的课程体系建设, 分析了我校相关学科发展和课程体系建设的特点与不足。

一、电磁场与微波技术学科专业建设情况分析

ESL的前身是天线实验室, 成立于1941年, 随着实验室的不断发展, 于1967年更名为电子科学实验室。美国并没有电磁场与微波技术专业这一说法, 它只是电子工程(EE)专业下面的一个研究领域。而我国的电磁场与微波技术专业为隶属于电子科学与技术一级学科下的二级学科之一。我校电磁场与微波技术专业于1961年(哈军工时期)设立, 1978年开始招收硕士研究生, 1983年获硕士学位授予权, 1998年获博士学位授予权, 2001年所在电子科

学与技术一级学科获博士学位授予权, 拥有博士后科研流动站。

这里结合俄亥俄州立大学的情况, 从以下几个方面分析我校电磁场与微波技术专业学科建设的特点及不足。

(一) 科学研究

ESL的研究领域非常广泛, 几乎包括了电磁场与微波技术学科各个方面。目前其重点研究领域包括: 生物电磁学、计算电磁学、电磁兼容、卫星导航系统、探地雷达、内外场测试、Metamaterials、微波与毫米波系统、天线理论与技术、光学、遥感、RF集成电路、RFID、软件无线电与雷达、无线传感器网络等等, 这些研究领域也会随具体的科研情况而变化。ESL的科研具有基础研究和工程并重的特点, 从其科研课题的来源可以看出, 既有国家、军队资助的前沿探索性研究课题、基础研究课题, 同时又和众多的知名院校、公司保持非常紧密的合作关系, 如波音、洛克希德马丁、MIT林肯实验室、雷声、Northrop Grumman等等, 2008年科研经费达700余万美元。联邦政府、州政府会下拨一定的发展、建设经费, 同时还有部分经费来自于社会团体和私人的捐赠。

我校的电磁场与微波技术专业主要研究领域包括微波毫米波电路、雷达与通信的射频前端、天线工程、目标电

[收稿日期] 2010-05-13

[作者简介] 付云起(1975-), 天津人, 国防科学技术大学电子科学与技术学院副教授, 博士, 硕士研究生导师。

磁特性与电磁兼容、Metamaterials 等，已经基本形成了传统与前沿、理论与工程共同发展的良好态势。科研课题的来源也比较广泛，既有源于国家、军队的科研计划，也有与研究所、工业部门和企业的合作。

与 ESL 相比，我们在科学研究的广度上有一定的差距，在偏向基础研究的领域还不是突出，导致我校电磁场与微波技术学科在国内外的影响力不够。这一方面和实验室的规模与学术队伍的规模有关系，是需要我们大力发展的；另一方面，我们承担着武器装备的研究项目，需要一定规模的科研团队来保证任务的完成，这在一定程度上也限制了我们的研究领域的拓展。另外，基础研究比较枯燥、没有钱，大多数人都不愿意花精力投入其中。

(二) 学术队伍

ESL 目前有教授 11 人，副教授 5 人，研究科学家 (Research Scientists) 12 人 (相当于研究员系列)，加上研究生，总人数基本上保持在 100 人以上。其中不乏国际上知名的学者，比如 Krause、Munk 等。其人员流动性较强，比如 ESL 主任就是 2002 年从密西根大学转过来，之前是该大学天线实验室的主任。而其新进的教师也是随时地、面向国际范围招聘的。美国的教授 (甚至有些学校的副教授) 一般都是终身制，副教授想要晋升教授，必须要有教授退休空出位置。研究科学家不承担教学任务，但是他们也可以申请转成教授系列。

我校电磁场与微波技术专业现有教授 6 人，副教授 11 人，讲师 10 人，加上研究生，总人数基本上保持在 70~80 人。

整体上来看，我们的学术队伍比较年轻，学术队伍的流动也受到军队编制的影响，约 40% 以上的教员都是这几年我们“自产自销”的博士。学术队伍中拥有 863、总装等各类专家，但是在国内外的学术知名度和影响力不够，这和我们所从事研究课题的军事性以及学术交流方面的不足都有很大关系。

(三) 人才培养

ESL 的研究生来自世界各地，基本上都是拔尖的人才。如我国的清华、中国科技大学、复旦大学、浙江大学、西安电子科技大学、成都电子科技大学等。这使得 ESL 在其发展过程中拥有非常强的人才优势，同时这种优势又能够吸引更多优秀的人才。其毕业生的就业也面向全世界，由于微波技术在军事上具有一定的敏感性，所以在美国就业并不是很容易。基于 ESL 在电磁场与微波技术方面的声誉和地位，其毕业生受欢迎程度是比较高的。

我校的研究生招生以研究方向为基础^[1]，在新一轮研究生培养方案中电磁场与微波技术专业共列出了三个招生方向：微波与毫米波技术、天线与电磁兼容、计算电磁学。这和我国的现行学科专业规范和招生制度不无关系。所列出的具体研究方向隶属于电子科学与技术一级学科 (实际上是所属四个二级学科各自列出研究方向)，研究生报考时，需要选择某个研究方向，而研究生导师也要确定自己的研究方向。

从中不难看出，OSU 或者说美国的大学研究生的招生基本上是以导师为主导，而我校的研究生招生还是以研究方向为主导。虽然博士生报考要报导师，但是博士生导师

仍然要有自己的研究方向。而研究方向只是隶属于二级学科的一些研究方向，是经常会根据科研情况发生变化的。实际上目前国内大部分二级学科已经能够达到细分的目的，完全不必再分出更深一层次的研究方向。

另外作为军校，我校的学员在入学和毕业就业方面具有一定的局限性。首先生源方面，我校研究生主要来自本校，加上一部分其它军事院校和地方生，同时还有一部分军事单位的在职研究生。其次，我们的人才培养是面向于服务军队的，专业技术类毕业学员的就业是需要面对的一个问题。

(四) 学术交流

ESL 的学术交流环境非常好。首先因为在美国的各种学术会议、交流活动就比较多，像 IEEE 年会这样级别的会议，实验室里大部分老师和学生都会参加，而且准备非常认真，他们认为这是既能学习又能展示、推销自己的好机会。IEEE 每年都会安排一些国际上的知名专家进行巡回性的讲座，实验室的老师也经常邀请一些同行来做报告。这使得他们能够充分了解本学科的发展动态和前沿课题，同时也有机会和知名的专家学者进行交流。实验室的学生自己定期举办研讨会，学生之间介绍交流自己的工作进展。

而我校由于军事院校的特点和一些科研项目的保密要求，学术交流方面受到一定限制，这不仅仅是电磁场与微波技术专业的问题。但是我们欣喜地看到，这几年我校的学术交流力度正在不断加强，除了参加国内的学术会议、与国内同行交流之外，国际交流也逐渐成为普遍现象。比如研究生院对于出国参加学术会议研究生的补助政策，教育部的建设高水平大学研究生联合培养项目，学校对于教员出国进修的大力支持。更为重要的是，这些出国进修人员已经邀请了一批国际知名学者来我校做学术访问和学术讲座。所有这些都为我们创造了良好的学术交流环境。

(五) 基础条件建设

ESL 的基础条件建设非常完备和先进。拥有自己一栋独立的实验大楼，分上下两层，总面积约 3700 平方米。拥有一座完全自主设计的紧凑微波暗室和比较齐全先进的测试、制备设备。同时其管理也比较科学和规范，整个实验室资源共享，由专门的职员管理，任何人都可以预约使用，部分维护等费用由科研经费支出。这种管理方式可以确保有限的经费能够建设高水平的研究平台，同时又能够得到充分的利用。ESL 属于规模比较大的实验室，仅职员就有 9 人，分别负责财务、人力资源、计算机维护、实验室设备管理、实验室日常管理等方面。实验的老师和学生可以全身心的投入到科研和教学工作中。另外 ESL 正在建设新的实验大楼，预计 2010 年建成投入使用，总面积约为 2500 平方米。

我校电磁场与微波技术专业学科在国家“211 工程”、“985 工程”、军队“2110”的支持下，结合充实的科研经费，已经建成微波技术发展中心、大型超宽带紧缩场微波暗室和毫米波暗室各一座、外场实验场 1 个，建有本科生教学实验室 3 个。购置了大量的矢量网络分析仪、频谱仪、微波信号源等先进仪器，搭建了一批高水平的科研平台，科研环境有了明显的改善。就和 ESL 相比，我们电磁场与微波技术专业的科研条件已经没有太大的差距，甚至我们

有些仪器还要先进。

但是我校电磁场与微波技术专业不像 ESL 那样集中于一栋大楼, 我们的实验室和资源相对比较分散, 不利于科学管理和充分利用。

二、电磁场与微波技术专业课程体系分析

(一) 俄亥俄州立大学电磁场与微波技术专业课程体系基本情况^[2]

(1) 课程体系基本情况

俄亥俄州立大学目前实行 Quarter 制, 每年共有 4 个学期, 其中夏季学期基本上不安排什么课程, 本科生大多利用这个时间参加一些实验室活动或者到一些单位实习, 也有部分学生参加一些补习培训班, 很多老师和学生也会利用这段时间休假。电磁场与微波技术专业的课程覆盖了从 300 级到 800 级的多个层次, 其中 600 级、700 级的课程为本科生和研究生共同可选的课程, 500 级及以下为本科生课程, 800 级及以上为研究生课程。

俄亥俄州立大学开设了两门面向本科生的电磁学 I & II (ECE 311, 312), 主要目的是让学生对电磁场与微波技术专业的基本知识有个初步了解, 内容包括传输线理论、静态场、Maxwell 方程组、平面电磁波及其传播反射和透射、导行电磁波、天线与辐射以及雷达系统简介等。另外在学习电磁场与微波技术专业课程之前, 学生必须预先修完一定的基础课程, 这在工程学院和电子与计算机工程系都有明确的规定。列入要求的基础课程包括数学、物理、化学、工程以及基本电子电路方面的课程, 如电路分析 (ECE 205), 电路实验 (ECE 206, ECE 209), 逻辑设计概论 (ECE 261), 微处理器系统概论 (ECE 265), 电路和电子分析与设计 (ECE 301)。

其它的讲授课程大概可以分为三大类。第一类注重于基本电磁理论方面, 包括:

- 电磁场理论 I, II, III (ECE 719, ECE 810, ECE 811): 主要讲授 Maxwell 方程、结构方程、边界条件、波动方程和平面电磁波、多层介质中的平面波解、多普勒频移、简单源的矢量位函数、可分离导行波、格林函数及其应用、多导体传输线、一般波动问题的积分方程等等。

- 电磁导波 (ECE 812): 主要讲授各种平面传输线和波导中导行电磁波的解, 并将比较新的光子晶体列入其中。

- 随机媒质和粗糙表面的散射 (ECE 816): 主要讲授基于统计模型的媒质散射理论分析; 独立散射, 辐射转移理论和解析波理论; 粗糙表面散射的物理光学法和微扰理论。

- 高等电磁场理论 (ECE 815): 主要讲授内容为高频近似方法、几何光学及各项异性介质中波的传播、几何绕射理论及其在天线和散射问题中的应用。

第二类具有面向技术和工程应用的特点, 包括

- 微波电路 (ECE 710): 主要讲授微波无源器件理论, 如变换器、耦合器、滤波器、谐振器等; 微波电路的计算机辅助设计; 微波器件的微带电路实现和基本测量方法。

- 非线性微波电路工程 (ECE 694): 主要讲授大信号特性和非线性射频电路的模拟; 基于负载拉移和负载线的

功率放大器和振荡器的设计; 放大和调制线性化。

- 与天线相关的课程: 无线系统中的天线和传播 (ECE 613), 内容包括天线介绍、无线基站中的天线设计、城市和郊区电磁波的传播模型等; 天线的辐射 (ECE 711), 内容包括偶极子、环天线、口径天线、反射面天线、透镜天线、表面波及其它天线、天线阵列、辐射阻抗、输入阻抗、方向性等; 高等天线理论 (ECE 815)、包括阻抗、口径天线、地平面效应、喇叭天线、反射面天线、方向图合成、天线测量等。

- 电波传播 (ECE 713): 主要内容包括对流层传播、地波、电离层传播等的理论分析方法, 包括折射、反射以及消光效应等。

- 电磁兼容 (ECE 614): 主要讲授电磁兼容的基本概念和原理, 常用电磁兼容技术。

第三类课程为计算电磁学相关的, 包括电磁场中的数值方法 (ECE 715)、有限元方法 (ECE 813)、矩量法 (ECE 814)、离散电磁学 (ECE 894)。

由于俄亥俄州立大学实行 4 学期制, 所以部分课程必须拆分到两个学期进行, 如 ECE311 和 ECE312, 实际上应该是一门课程。现在俄亥俄州立大学正在进行学期制的改革, 准备从 4 学期制改为 2 学期制, 之后课程的安排应该会有所调整。授课时间一般每周安排 2-3 次, 每次 48 分钟。学生的成绩除了考试外, 还要计入平时作业和 project 的成绩。一般较基础的课程中作业占 25%, 期中考试占 30%, 期末考试占 45%。如果没有期中考试, 则作业占 40%, 考试占 60%。

与讲授课程相配合的有两门实验课程: 电磁实验 (ECE 517) 和微波晶体管放大器和振荡器实验 (ECE 723)。前者实验内容包括传输线参数、电压和电流的衰减及幅度相位特性、反射、波导特性以及天线的方向图与阻抗。后者实验内容包括微波晶体管放大器和振荡器的设计原理; 低噪声放大器、功率放大器、宽带放大器; 计算机辅助设计、实现和测量。

另外比较重要的一部分课程是实践性课程^[3], 如 Individual Study in ECE、Organized Group project、Group Studies in ECE。这些课程分为本科生层次和研究生层次, 一般包括撰写项目特点和要求、现代设计工具的使用、利用元器件和系统实现特定的目标、口头的项目研究情况报告。在研究生阶段, 还会开设 Seminars in ECE、Opened graduated Seminars 等研讨课程。所有的实践性课程都计入学分, 并且在培养方案中有明确的要求。

除以上所述课程之外, 还有两门课程值得引起我们的关注。一门是企业实习经验交流课程 (professional practice in industry, ECE 489), 另一门是工程伦理学 (ECE 481)。ECE 489 不是必修课程, 它要求学生就实际的实习工作经历准备一个报告, 目的是提供一个和大家分享工作经历和体验、锻炼与人交流技巧的平台。ECE 481 的内容包括让学生理解专业技术的含义、道德化决策的过程、安全和风险、设计中的道德问题以及工作中的职业性问题等等。

(2) 课程体系的特点

- 课程体系比较完备, 覆盖面广。俄亥俄州立大学的电磁场与微波技术专业发展时间较长, 从讲授课程、实验

课程到实践课程的安排,已经形成了比较科学、完善的体系。比如通过本科课程的学习,可以保证本专业毕业生能够掌握基本的理论技术以及进行实际工作所需要的动手能力。另外通过研究生课程引导学生进行更为深入的理论学习,同时通过多种实践课程和课题的研究,毕业生将具备较高的科学素养和从事科研的能力。

- 非常注重基础理论知识的学习。对于最为基础的电磁场理论,除了本科阶段的60学时之外,还包括研究生阶段的电磁场理论90学时和高等电磁场理论30学时。如果再加上导波场论的30学时,电磁场基本理论方面的学习将达到210学时。随着课程等级的提高,所讲授的内容也不断深入。另外对于计算电磁学这个领域,共开设了4门课程120学时,使学生对比较通用的数值计算方法有了一定的了解,这对于他们自己编写程序或者使用商用计算机软件都有很好的帮助。

- 特别重视实践能力的培养。从课程体系安排来看,除了最基本的实验课程,还开设了很多的实践性课程。即使是在讲授课程中,老师一般都会布置一些作业和project,要求学生在课外时间完成。从多个方面鼓励学生利用所学知识来解决实际问题,培养学生独立进行科学研究的能力和团队合作精神。这一环节既能巩固帮助学生消化吸收和掌握所学的专业知识,又能为他们今后的工作奠定坚实的基础。

- 课程要求比较高,拿学分不容易。对于每一门讲授课程,除1-2次的考试外,老师会布置一定数量的作业或者是project。这些甚至比考试的难度还要大,学生需要运用所学知识,通过查阅文献资料来完成。有些问题就是老师在实际科研工作中所碰到的问题,所以这需要花费大量的精力。

(二) 我校电磁场与微波技术专业课程体系基本情况

我校电磁场与微波技术专业的课程体系,本科生和研究生是分开设的。下面概括介绍一下课程的设置情况,具体课程内容从略。

本科生课程:虽然本科阶段已经没有了电磁场与微波技术专业,但是面向电子工程类专业的学员都开设了电磁场与微波技术专业的课程。同时根据我校学员类型的特点,技术类学员和合训类学员的课程设置以及课程内容的安排都有所不同。技术类学员开设了电磁场与微波技术、天线与电波传播、微波电路、微波测量技术等课程;合训类学员开设了电磁波与天线、电磁兼容原理、电子测量技术等课程。在实验环节和实践性内容方面,近两年也新建成了本科生教学实验室。

研究生课程:电磁场与微波技术研究生阶段开设的课程覆盖500级到800级,包括高等电磁场理论、微波工程、高等天线理论与工程、计算电磁学、导波场论等500、600级的核心必修课程,电磁散射、毫米波技术、电磁兼容、相控阵天线技术等700级的选修课程,以及一门800级的前沿讲座类课程。在研究生课程中单独列出了一门实验课程,同时对于每一门具体课程都有实验内容的比例要求。

(三) 特点与不足

经过多年的发展,尤其是最新2009研究生培养方案的制定^[1],我校电磁场与微波技术专业的课程体系更加合理。

通过与俄亥俄州立大学电磁场与微波技术专业课程体系的对比,可以发现我们的特点和不足之处,为今后的建设提供参考。

- 我校的课程体系比较完备。从本科生课程和研究生核心课程的设置来看,基本涵盖了本电磁场与微波技术学科的基础知识范畴,能够保证学生掌握相对完善的专业基础知识,毕业后能够具备从与微波技术相关的工程和基本科研工作。而研究生选修课程的设置,则重点考虑了本专业目前的研究方向和主要研究领域,使得课程可以和学生所进行的课题研究较好地结合起来。同时,研究生课程的设置也充分考虑了我军对电磁场与微波技术专业人才的需求。相对而言,800级讲座课程的设置还有待改进,此课程的目的是让学生能够尽量接触本专业比较前沿的研究动态和课题,拓展学生的视野,但是在实践过程中,对于如何上好这门课还需要进一步讨论和完善。

- 课程的设置具有较强的针对性。本科生阶段针对合训类学员和技术类学员开设了不同的课程,主要是考虑到这两种学员的定位和毕业后的去向。合训类学员实际上是以指挥为主导,兼顾技术,因此电磁场与微波技术的主要基础知识都融合在《电磁波与天线》这门课程中,涵盖了场论、电磁场与电磁波、微波技术基础、微波电路、天线与传播的内容,相当于技术类学员的电磁场与微波技术、天线与电波传播、微波电路这三门课程。在内容上也有所侧重,重点讲授基本概念,尽量接近于工程实际。另外根据他们的实际需求开设了电磁兼容原理课程,而对于技术类学员,则要在研究生阶段才开设这门课程。

- 实践能力的培养还需加强。新建的本科教学实验室,研究生设置的实验课程,以及课程中对实验内容的安排,都体现出对学员实践能力培养的重视。但是由于我校学员数量较多(尤其是合训类学员),实验条件的建设还不完善,目前的实验条件尚不能完全满足要求。

- 课程中电磁场理论的比重不足。基本的电磁理论是进行科学研究和工程开发的基础,让学员掌握坚实的基础电磁理论,对其进行课题研究、提升科学技术素养至关重要。而我们的课程有很大一部分都是面向应用的,因此在这方面我们需要加强。

三、对我校电磁场与微波技术专业建设的几点思考

我校的电磁场与微波技术学科经过近几年的发展,从科学研究、学术队伍、人才培养和基础条件建设各个方面都得到了加强。但是与国内外知名大学相比,仍然有许多工作要做。作者通过在OSU的学习访问工作,结合我校建设“具有我军特色世界一流大学”的目标,针对我们电磁场与微波技术学科专业的特点和不足,对其建设和发展提出了几点思考。

- 强化基础研究。考虑到我校的军事特色和工程性较强的特点,按照两个层次来加强。短期的以应用基础研究为主,凸现“为军服务”的特色,分析国家和军队中长期发展战略,跟踪部队作战需求,从中发现一些基础性的关键技术问题。长期的以基础研究为主,争取进行原创性、创新性研究工作,力争相关领域达到国际一流水平,并以

此为平台培育国内外知名的专家学者。对后者需从学校和学院角度制定相应的政策,如设立基础研究基金、引进高水平科研人员、在职称等方面予以政策倾斜。

- 形成科学、灵活的学术队伍机制。我校目前教员具有博士学位比例很高,但是绝大多数都是“近亲”,学术思维、工作习惯等等都具有一定的局限性。同时,很多教员所从事的工作与博士期间的课题联系很紧,不利于发掘新的科研生长点,不利于新兴学科、新兴研究领域的发展。一方面建立人员的流动机制,做到“有进有出”;另一方面还是要加大优秀人才的引进力度,如长江学者、特聘教授等。但是可能受到军队政策、编制的影响。同时,加大教员的出国进修支持力度,通过赴国内外高水平大学的学习和交流,把大学建设、学科发展、科研学术、实验室管理等方面的先进经验引起来,为我校的建设和学科发展所用。还要大力提高知名学术带头人在国内外学术界的知名度和学术声誉,扩大我校的影响。

- 建立科学合理的人才培养模式。充分认识拔尖创新人才培养对学科发展的重要作用,从政策上使拔尖创新人才向基础研究、新兴交叉学科倾斜。扩充本科阶段已有的优异生制度,将优异生、研究生引导至理论性较强、更接近国际前沿的课题,提高论文的理论水平,撰写高水平论文和优秀学位论文,提高学校在国内外同行中的知名度。建立以导师为主的研究生招生模式,每个导师将自己的基本情况和感兴趣的研究领域、当前的研究任务等等一一列出,供学生报考时参考。同时建立导师和学生的交流沟通渠道,以利于师生双方能够有更多的了解。目前博士生的报考已经实现了按照导师报考,可以看到比硕士生的报考更为合理,同时也可以说明研究生的招生方向并不是必不可少的。

- 加强课程体系中基础理论方面的内容。由于现在已经取消了电磁场与微波技术的本科专业,在课程设置上学时大为减少并删减了大量内容,因此有必要在研究生专业

(上接第45页)

择,根据选课的情况对课程进行动态调整,使课程得到“优胜劣汰”。另外,邀请该领域内有影响的专家学者前来授课,增加学生的学科视野,使学生与专业领域内的大师直接对话,可以大大提高学生对专业研究的兴趣。

3、建立完善的课程体系

世界一流大学都具备非常完善的课程体系。如麻省理工学院的新生手册上列出全部课程的介绍及要求,明确每门课程所需的预备课程。学生能够在入学之初就规划好所有要学习的课程。与之相比,国内某高校课程体系略显粗糙,由于没有课程内容及授课教员的介绍,学生在选课之前只能通过课程名称猜测大致内容,常出现选错课的现象。另外,由于课程对预备知识要求不明确,极易出现选课后由于预备知识不足,上课听不懂的情况。

4、开设教学与科研相结合的课程

为了使研究生在学习的同时还能受到从事科研的基本训练,从而培养学生独立研究能力,麻省理工允许研究生搞“独立研究”,并给予技术、资金、政策管理方面的支持。另外还把学科研究方法论作为一门专业的必修课,规

课程中加大基本电磁理论方面的比重,并逐步增加课程的深度。在这方面俄亥俄州立大学的课程规划和教材可以提供一定的参考。其电磁场理论课程在整个课程体系中占了相当的比重,所讲授的内容涉及到了最为基本的电磁场理论到比较复杂的电磁问题,涵盖面非常广泛。

- 加强实验和实践环节及的要求。近年来由于大学扩张,学生人数增长很快。然而遗憾的是,大学的基本硬件条件和师资队伍建设都比较滞后,导致教学资源紧张,甚至连一些最基本的实验都无法保证。为了克服这方面的不足,必须在逐步完善基础条件建设的同时,充分利用现有资源,科学安排实验课程。另外实践性的教学环节对于学生实践和科研能力的培养至关重要,目前我们基本依托于研究生课题的研究,依托于学生参与导师的科研项目。这样面临的主要问题是,导师为了完成科研项目而忽视了对学生综合科研能力和素质的培养,而且培养过程多是随意性的。甚至有些学生没有机会参与具体科研项目研究。如果在课程体系中增加一些实践性的课程,则能够对学生的科学素质培养有一个整体的规划和培训。然后再通过具体的研究生课题研究,可以使学生的科研能力和综合素质得到很大程度的提高。

[参考文献]

- [1] 国防科学技术大学研究生院.“国防科学技术大学2009研究生培养方案”[S]. 2009.
- [2] Department of Electrical and Computer Engineering of the Ohio State University. ECE Courses[S]. <http://ece.osu.edu/courses>.
- [3] Department of Electrical and Computer Engineering of the Ohio State University. Graduated Student Handbook[S]. http://ece.osu.edu/default/files/uploads/grads/grad_handbook.pdf.

(责任编辑:胡志刚)

定每个研究生必须学习各自专业的研究方法论,这样可以高效率地培养研究生从事独立科学研究的能力。

5、开设讨论班,鼓励学生思考和讨论

在讨论班上,学生可以提出对某些问题与教师不同的见解,教师对学生提出见解加以鼓励和引导,其中经常伴随激烈的学术争论,而学术争论为学生加深对专业的理解和创造新方法、新理论提供了良好的条件。学校通常把学生参加讨论班的表现作为学期评分的一个重要参考。

[参考文献]

- [1] 英国帝国理工学院主页,<http://www3.imperial.ac.uk/ugprospectus>.
- [2] 麻省理工学院主页,<http://web.mit.edu>.
- [3] 佐治亚理工学院主页,<http://www.ae.gatech.edu/>.
- [4] 张喜梅. 美国理工大学研究生教育课程体系特点与启示[J]. 外国教育研究,2005,32(1):46-49.
- [5] 于歆杰,王树民,陆文娟. 麻省理工学院教育教学考察报告[J]. 电气电子教学学报,2004,26(5):1-5.

(责任编辑:卢绍华)